

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-215380

(43)Date of publication of application : 05.08.1994

(51)Int.Cl.

G11B 7/007

(21)Application number : 05-308386

(71)Applicant : INTERNATL BUSINESS MACH
CORP <IBM>

(22)Date of filing : 08.12.1993

(72)Inventor : LIGHTSTONE SAM S

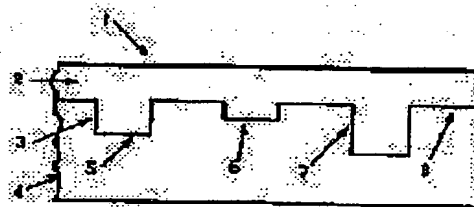
(30)Priority

Priority number : 92 2085974 Priority date : 21.12.1992 Priority country : CA

(54) MULTIBIT CELLULAR REFLECTANCE MODULATION FOR OPTICAL MEDIA

(57)Abstract:

PURPOSE: To attain the coding of further more data to an optical storage medium.

CONSTITUTION: An optical storage medium is constituted of a disk 1 having a recording face 3 which reflects an incident laser beam, and a plurality of cells indicating stored data, and each cell is characterized by one of 2N prescribed valid reflectance levels for the incident laser beam. Here, $N > 1$, and N indicates the number of storage bits for one cell.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 08.12.1993

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than withdrawal the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application] 15.07.1996

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-215380

(43)公開日 平成6年(1994)8月5日

(51)Int.Cl.⁵

G11B 7/007

識別記号

庁内整理番号

7522-5D

FI

技術表示箇所

審査請求 有 請求項の数 2 OL (全 10 頁)

(21)出願番号 特願平5-308386

(22)出願日 平成5年(1993)12月8日

(31)優先権主張番号 2085974

(32)優先日 1992年12月21日

(33)優先権主張国 カナダ(CA)

(71)出願人 390009531

インターナショナル・ビジネス・マシー
ズ・コーポレーション

INTERNATIONAL BUSIN
ESS MASCHINES CORPO
RATION

アメリカ合衆国10504、ニューヨーク州
アーモンク (番地なし)

(72)発明者 サム・サンプソン・ライトストーン

カナダ、オンタリオ州、ノース・ヨーク、
ライデル・アベニュー ナンバー307-360

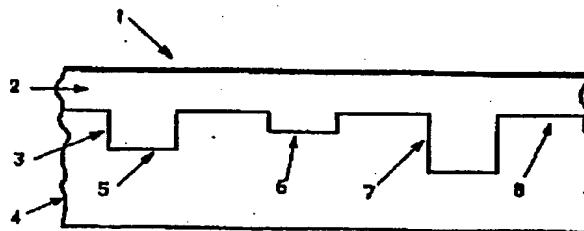
(74)代理人 弁理士 合田 潔 (外3名)

(54)【発明の名称】 光メディアのマルチビット・セルラ反射率変調

(57)【要約】

【目的】 より多くのデータを光記憶媒体にコーディン
グする方法を提供する。

【構成】 光記憶媒体は、入射レーザー光を反射する記録
面を有するディスクと、記憶されたデータを表わす複数
のセルから成り、各セルは入射レーザー光に対する 2^N の
所定有効反射率レベルの1つによって特徴づけられる。
ここで $N > 1$ であり、 N は1セル当たりの記憶ビット数
を表わす。



【特許請求の範囲】

【請求項1】入射レーザ光を反射する記録面を有するディスクと、記憶されたデータを表わす複数のセルとを含み、 $N > 1$ であり、 N が1セル当たりの記憶ビット数を表わす時、該セルがそれぞれ該レーザ光に対する 2^N の所定有効反射率レベルの1つによって特徴づけられる、光記憶装置。

【請求項2】波長 λ のレーザ・ビームを利用してWORMディスクにデータをコーディングする方法であって、

- a) 上記ディスクをフォーマットするステップと、
- b) セル・タイプ1が、上記レーザ・ビームの第1の所定量を反射する第1の有効反射率レベルによって特徴づけられ、セル・タイプ2が、該第1の所定量よりも少ない該レーザ光の第2の所定量を反射する第2の有効反射率レベルによって特徴づけられ、セル・タイプ3が、該第2の所定量よりも少ない該レーザ光の第3の所定量を反射する第3の有効反射率レベルによって特徴づけられ、セル・タイプ4が、該第3の所定量よりも少ない該レーザ光の第4の所定量を反射する第4の有効反射率レベルによって特徴づけられる、セル・タイプ1、セル・タイプ2、セル・タイプ3、セル・タイプ4の4つのセル・タイプに、2ビット・データをマッピングするステップと、
- c) 上記レーザ光を上記第4の有効反射率レベルのセルを形成するために必要な出力の $1/3$ にセットするステップと、
- d) 同時に上記ディスクを第1の回転として回転させ、上記レーザ光を所定回数パルスして、該レーザ光を上記第4の有効反射率レベルのセルを形成するために必要な出力の $1/3$ でセル・タイプ2、セル・タイプ3、及びセル・タイプ4に照射するステップと、
- e) 上記ディスクを追加回転させ、セル・タイプ2、セル・タイプ3、及びセル・タイプ4を読み取り、しきい値を超えたセル・タイプ2、セル・タイプ3またはセル・タイプ4を識別するステップと、
- f) 同時に上記ディスクを追加回転させ、上記レーザ光を所定回数パルスして、ステップe)でしきい値を超えると識別されたセル・タイプ2、セル・タイプ3、及びセル・タイプ4の所定のセルを照射するステップと、
- g) 同時に上記ディスクを追加回転させ、上記レーザ光を所定回数パルスして、上記第4の有効反射率レベルのセルを形成するのに必要な出力の $1/3$ でセル・タイプ3とセル・タイプ4を照射するステップと、
- h) 上記ディスクを追加回転させ、セル・タイプ3とセル・タイプ4を読み取り、しきい値を超える該セル・タイプ3またはセル・タイプ4を識別するステップと、
- i) 同時に上記ディスクを追加回転させ、上記レーザ光を所定回数パルスして、ステップh)でしきい値を超えると識別されたセル・タイプ3とセル・タイプ4の所定のセルを照射するステップと、

j) 同時に上記ディスクを追加回転させ、上記レーザ光を所定回数パルスして、上記第4の有効反射率レベルのセルを形成するのに必要な出力の $1/3$ で該レーザ光をセル・タイプ4に照射するステップと、

k) 上記ディスクを追加回転させ、セル・タイプ4を読み取り、しきい値を超える該セル・タイプ4を識別するステップと、

- 1) 同時に上記ディスクを追加回転させ、上記レーザ光を所定回数パルスして、ステップk)でしきい値を超えると識別上記されたセル・タイプ4の所定のセルを照射するステップと、
- を含むデータ・コーディング方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、一般的には光ディスク記憶装置に関し、特にCD-ROMとWORM (Write-Once-Read-Many) ドライブのマルチビット・セルラ反射率変調に関する。

【0002】

- 20 【従来の技術】コンピュータのパワーが増大し、コンピュータが大量のデータを簡単に処理できるようになると共に、大量のデータを格納し検索するニーズが業界のニーズになっている。デジタル・データを格納する方法として現在知られているもののなかで最も効果的で簡便な方法は、光学的媒体を使用することである。ただし、光学式装置は磁気媒体に比べてデータ検索密度が大幅に増加してはいるが、記憶率とデータ転送速度を上げるために、このような媒体上のデータ記憶密度を更に高めるニーズはなお存在する。

- 30 【0003】WORMとCD-ROMのドライブは、ディスク表面上のバイナリ・データのグレー・レベルの変化を表わすためにビットを用いる。ビットを作成する方法と媒体のフォーマットはWORMやCD-ROMのシステムによって異なる。ただし、いずれの技術のシステムでも、媒体表面に入射レーザ光の反射は、ビットからと光学式媒体の平坦な面からとは異なる。普通、ビットはバブルの形かまたはディスク表面の窪みの形である。

- 40 【0004】WORMとCD-ROMのディスクの主な違いは、WORMディスクが1回のみ書込める物質から作られる点である。つまり、ユーザは最初にWORMディスクをフォーマットし、それからディスク上でフォーマットされるデータを書込む必要がある。逆に光学式媒体のCD-ROMは読み取り専用である。CD-ROMに記憶される情報は最初、生産現場でマスター・ディスクにコピーされ、次にマスター・ディスクからCD-ROMの複数のコピーが作られ、エンド・ユーザに供給される。上記のようにCD-ROMとWORMドライブの主な違いは、CD-ROMが書込みのためにはフォーマットされず (すなわち、予めデータでフォーマットされてい
- 50

る)、書込みができないのに対しWORMディスクにはデータを1回書込むことができ、その後何回も読取りができるという点である。

【0005】フォーマット済みのCD-ROMとデータが記録されているWORMのディスクとは、同じようなディスク構造にその特徴がある。ディスクは直径約120mm、厚み1.2mm、孔の直径は15mmである。情報はディスク内の小さいピットまたはバブルによって形成される螺旋として表わされる。その表面は反射層で覆われ、反射層は更に保護ラッカで覆われている。従来のピットは、通常、高さまたは深さが $0.12\mu\text{m}$ 、幅が約 $0.6\mu\text{m}$ である。ピットまたはバブルの螺旋パターンは $1.6\mu\text{m}$ の間隔で連続して巻かれる。この間隔ではトラック密度が1インチ(25.4mm)当たり16,000セルになる。各ピットまたはバブルの間はランドと呼ばれる平坦な領域であり、螺旋内の連続したピットの間の距離は、従来、 $0.9\mu\text{m}$ 乃至 $3.3\mu\text{m}$ の範囲である。

【0006】CD-ROMとWORMのドライブ上のデータの記録方式には違いがあるにもかかわらず、CD-ROMやWORMディスクのあるセルからのデータの読取りの方式は同じである。

【0007】WORMドライブまたはCD-ROMからデータを読取るために、レーザ・ビームがピットまたはバブルの螺旋トラックに集束し、対物レンズから反射して測定される。ピットまたはバブルに当たった光は、レンズに戻る光が極めて少なくなるよう広角に回折する。しかし、レーザ光が連続したピットの間の平坦なランド面に集束した時、ほとんどの光は反射して対物レンズに戻る。光の反射、回折、及び干渉の組合わせにより変調された信号がディスクに記憶された情報を表わす。反射した光はレンズに隣接した光検出器によって受光され、検出器が光の強度に比例した電流を生成する。このように反射した光の信号は、レーザ・ビームがピットからランドへ、またその逆に移動する毎に変化する。

【0008】全てのデジタル記憶装置の基本的な目的は、記憶ボリュームすなわち記憶領域に対してデータ密度すなわち記憶装置の容量を高めることである。従来から知られている通り、データ密度を高めるにはピットまたはバブルとそれらの間の距離を小さくすればよい。しかし、読取り時のレーザ光の波長は約 $0.6\mu\text{m}$ であり、縮小されたピットまたはバブルにビームを集束させる際の制限が大きい。周知のレイリーの原理は、レンズの最小分解能を定量化するものであるが、ハイゼンベルグの不確定性原理は、電子のその運動量に対する位置の不確定性を指摘している。これらの法則に従えば、光学系の焦点の最小可能分解能は約 $\lambda/4\pi N$ とされている。ここで、 N はレンズの開口数である。従って、現在可能なサイズ($\lambda/2$ 等)よりも小さい光セルを作成することは実質上不可能である。現在の技術よりも高密度

に分布したデータ・セルにレーザ・ビームを集束させるには量子学的方式がなければならないからである。

【0009】そのため、より多くのデータを光記憶媒体にコーディングするために様々な試みが成されている。

【0010】例えばIBMの報告書RJ-3287、"Frequency Domain Optical Storage (周波数領域の光記憶装置)"は、空間スポットそれぞれの周波数スペクトルに情報を記憶することによって光記録密度を最大にする方法について述べている。

10 【0011】米国特許第4963464号(Setani)は、記憶されたデータの2つ以上のピット・ストリームのある光媒体を開示している。データのあるピット・ストリームは、2つのデータ・ストリームを表わすために用いられるピットの深さによって別のデータのピット・ストリームから区別される。従って、螺旋トラック内で深さが異なるピットをインタリーブすることによって、2つ以上のデータ・ストリームを同時に記憶することができる。しかし、Setaniの特許によると各セルは1ピットのデータを表わす。

20 【0012】米国特許第5060223号(Segawa)は、ピットと案内溝の形状が指定された光学式情報記録媒体を示している。好適な実施例では、ピットの深さが $0.46\lambda/n$ 乃至 $0.56\lambda/n$ と変化する。Segawaのシステムは所定のピッチで同心状または螺旋状に形成されたトラッキング用の案内溝、及び案内溝のほぼ中間に予めフォーマットして形成されたピットを提供するものである。Setaniの特許と同様、これも各セル位置で1データ・ピットを表わすというにとどまる。

30 【0013】この他の従来技術は、光記憶媒体のピット深さを変化させた結果を考慮したものである。例えばIBMの報告書RC-9860、"Two Dimensional Modeling of Optical Disk Read-Out (光ディスクの読出しの二次元モデリング)"は、読出し信号の質に対するデータ密度、位相ピット深さ等の影響を調べるモデルを示している。

40 【0014】IBM Technical Disclosure Bulletin, Vol. 34, No. 10b, 3/92, "ThreeLevel Mask Method for Gray Scale Printing (グレー・スケール・プリントのための3レベル・マスク法)"は、光電子印刷等のプロセスを伴う用途を考慮した「スーパー・ピクセル」内の光の吸収と反射の99個の「グレー」レベルを示している。

【0015】Ohtaらによる米国特許第4852076号は、熱によって変化する光特性を有する薄膜を使用した光情報記録/再生ディスクを示している。ピットの深さと幅は通常、 $\pm 10\%$ 以内であり、ディスクの物質の反射率はディスク製造時の熱ひずみにより 13% 乃至 23% の範囲で可変という。

50 【0016】米国特許第4551828号(Chung)、"Quadrilayer Optical DRAW Medium (光学式4層

DRAW媒体)はDRAW媒体のビットの形成を促進し、同媒体との接続でビット深さと反射率を変化させるために用いられる薄い「トリガ」層を示している。

【0017】米国特許第4930116号(Dil)、“Record Carrier Containing Information in an Optically Readable Information Structure (光学的に読取り可能な情報構造のレコード・キャリアを含む情報)”は、ビット壁の形状が光ディスクに対するデータの格納と検索にほとんど影響を与えないとしている。

【0018】

【発明が解決しようとする課題】

【0019】

【課題を解決するための手段及び作用】従来技術では、レーザの出力または強度を変化させることによって、高さが異なるビットまたはバブルを光ディスク内に形成できることが知られている。また、ある高さのビットまたはバブルは、高さが異なるビットに対して、光読取りヘッドの対物レンズに反射する光の量が異なることも知られている。深さまたは高さが異なるビットによって反射光の量が異なる理由は、反射された光の散乱、及び入射レーザ光と同位相である反射光と位相特性がずれたビットからの反射光の干渉が、ビットの深さに依存することにある。

【0020】マルチビット・データは、本発明によればビットまたはバブルの深さと特定のマルチビット・シーケンスに関連づけることによって、光記憶媒体にコーディングできることが分かっている。

【0021】本発明のさまざまな態様は次のように定義される。光記憶装置は、入射レーザ光を反射する記録面を有するディスクと、記憶されたデータを表わす複数のセルとから成り、該セルは各々、該レーザ光に対する有効反射率を示す 2^N の所定レベルのいずれかによって特徴づけられる。Nは1より大きく、1セル当たりの格納ビット数を表わす。

【0022】波長 λ のレーザ・ビームを利用してWORMディスクにデータをコーディングする方法は次のステップから成る。

- a) 上記ディスクをフォーマットするステップ、
- b) 2ビットのデータを、セル・タイプ1、セル・タイプ2、セル・タイプ3、セル・タイプ4の4つのセル・タイプにマッピングするステップ。セル・タイプ1は、上記レーザ・ビームの第1の所定量を反射する第1の有効反射率レベルを特徴とし、セル・タイプ2は、該第1の所定量よりも小さい該レーザ・ビームの第2の所定量を反射する第2の有効反射率レベルを特徴とし、セル・タイプ3は、該第2の所定量よりも小さい該レーザ・ビームの第3の所定量を反射する第3の有効反射率レベルを特徴とし、セル・タイプ4は、該第3の所定量よりも小さい該レーザ・ビームの第4の所定量を反射する第4の有効反射率レベルを特徴とするステップ、

- c) 上記第4の有効反射率レベルのセルを作成するために必要な出力の $1/3$ に上記レーザ光をセットするステップ、
- d) 同時に上記ディスクを第1の回転で回転させ、上記レーザ光を所定回数パルスして、上記第4の有効反射率レベルのセルを作成するために必要な出力の $1/3$ で該レーザ光をセル・タイプ2、セル・タイプ3、及びセル・タイプ4に照射するステップ、
- e) 上記ディスクを追加回転させ、セル・タイプ2、セル・タイプ3、及びセル・タイプ4を読み取り、しきい値を超えるセル・タイプ2、セル・タイプ3またはセル・タイプ4を識別するステップ、
- f) 同時に上記ディスクを追加回転させ、上記レーザ光を所定回数パルスして、ステップe)でしきい値を超えると識別されたセル・タイプ2、セル・タイプ3、セル・タイプ4のうち所定のセルを照射するステップ、
- g) 同時に上記ディスクを追加回転させ、上記レーザ光を所定回数パルスして、上記第4の有効反射率レベルのセルを作成するために必要な出力の $1/3$ で該レーザ光をセル・タイプ3とセル・タイプ4に照射するステップ、
- h) 上記ディスクを追加回転させセル・タイプ3とセル・タイプ4を読み取り、しきい値を超える該セル・タイプ3またはセル・タイプ4を識別するステップ、
- i) 同時に上記ディスクを追加回転させ、上記レーザ光を所定回数パルスして、ステップh)でしきい値を超えると識別されたセル・タイプ3とセル・タイプ4のうち所定のセルを照射するステップ、
- j) 同時に上記ディスクを追加回転させ、上記レーザ光を所定回数パルスして、上記第4の有効反射率レベルのセルを作成するために必要な出力の $1/3$ で該レーザ光をセル・タイプ4に照射するステップ、
- k) 上記ディスクを追加回転させ、セル・タイプ4を読み取り、しきい値を超える該セル・タイプ4を識別するステップ、
- l) 同時に上記ディスクを追加回転させ、上記レーザ光を所定回数パルスして、ステップk)でしきい値を超えると識別されたセル・タイプ4のうち所定のセルを照射するステップ。
- 【0023】波長 λ の低出力レーザ・ビームを使用して1セル当たり複数のビットの情報を光ディスクから読取する方法では、該情報が該ディスク内で、セル・タイプ1、セル・タイプ2、セル・タイプ3、セル・タイプ4の4つのセル・タイプとしてコーディングされる。セル・タイプ1は、上記レーザ・ビームの第1の所定量を反射する第1の有効反射率レベルを特徴とし、セル・タイプ2は、該第1の所定量よりも小さい該レーザ・ビームの第2の所定量を反射する第2の有効反射率レベルを特徴とし、セル・タイプ3は、該第2の所定量よりも小さい該レーザ・ビームの第3の所定量を反射する第3の有効反射率レベルを特徴とし、セル・タイプ4は、該第3の所定量よりも小さい該レーザ・ビームの第4の所定量を反射する第4の有効反射率レベルを特徴とするステップ、

7

効反射率レベルを特徴とし、セル・タイプ4は、該第3の所定量よりも小さい該レーザ・ビームの第4の所定量を反射する第4の有効反射率レベルを特徴とする。この方法は次のステップから成る。

a) 同時に上記ディスクを回転させて、該ディスクに上記低出力レーザ・ビームを照射し、該ディスクからの光の量を変調させる。

b) 上記ディスクからの光を検出し、上記セル・タイプのそれぞれを表わす4つの2ビット・コードの1つをしきい値とすることによって該光を変換する。

【0024】本発明の原理は、CD-ROMシステムやWORMドライブを含めて、あらゆる光記憶システムに応用できると考えられる。しかし後述するように、本発明の好適な実施例はWORMドライブを採用した例である。

【0025】

【実施例】 上述のように、本発明に従ったシステムは、光記憶装置にデータ・セルを作成し、各セルが複数のビットの密度によって特徴づけられる。各セルのビット値を上げることによって、データ密度と読取り率の両方がN倍増加する。Nは各セル内のビット数である。

【0026】本発明の好適な実施例に従った場合、従来の技術とは対照的に、各セルについて所定の最小値と最大値の間の特定の反射係数範囲が得られるように、各セルの有効反射率を変化させることによって、1セル当たり2ビット以上のデータがコーディングされる。本発明の明細書中では、有効反射率とは、反射率、散乱、干渉、及び回折の累積的影響をいう。反射率という用語自体と、物質の反射率という用語は平坦面を想定した場合に反射される光の量のみを表わす。例えば典型的な光ディスクは、反射率の最大値が約0.6、最小可能反射率が約0である。従って、各セル・タイプに異なる有効反射率を割り当てることによって、さまざまな複数ビット・データ・シーケンスを有効反射率の異なるセルに関連づけることができる。詳しくは後述するが、割り当てられたセル・タイプは、一定の値ではなく、有効反射率のある範囲に一致し、プロセスの変動や不正確さの要因になる。しかしながら、セルの有効反射率が、最小値と最大値の間の所定の範囲に一致する場合は、1つのセルを利用して、複数ビットのデータの正確な記録と再生が可能となる。

【0027】図1は本発明に従った光ディスク構造である(CD-ROMまたはWORM)。光ディスクは保護層2に重なるラベル1と、プラスチック・ポリカーボネート層4に埋め込まれた信号記録面3から成る。

【0028】複数ビット・データは、本発明の重要な態様に従い、光ディスクの反射面の各セルについて異なるビット深さに割り当てられている。従って、1セル当たり2ビットの構造(図1)では、セル・タイプ1(参照符号8)は、約0の深さによって特徴づけられ、セル・タ

8

イプ2(参照符号6)は $1/3$ ($\lambda/4$)のセル深さ、セル・タイプ3(参照符号5)は約 $2/3$ ($\lambda/4$)のセル深さ、セル・タイプ4(参照符号7)は約 $\lambda/4$ のセル深さによってそれぞれ特徴づけられる。ここで λ は入射レーザの読取りビームの波長である。

【0029】図2に示すように、ビットを形成する技術ではなくバブルを形成する媒体を利用することができる。バブルを形成する技術は現在の主流であり、一般に利用しやすく低コストと考えられるからである。ビットの形成が実現される場合、本発明はバブル形成法ではなくビット溶解法に通じる媒体のみを使用する。

【0030】図2の好適な実施例によれば有効反射率の変化は、入射レーザがバブル面に当たった時の散乱効果によって生じる。逆にビットの場合、優勢な影響は入射波と反射波の干渉である。図2でセル・タイプ1は参照符号8'、セル・タイプ2は符号6'、セル・タイプ3は符号5'、セル・タイプ4は7'でそれぞれ示した。

【0031】複数ビット値は、本発明の原理に従ってそれぞれのセルに割り当てることができる。すなわちセル・タイプ1をビット00、セル・タイプ2をビット01、セル・タイプ3をビット11、及びセル・タイプ4をビット10で表わすグレイ・コードのコーディング方式を設定することができる。或いはまた、各種の複数ビット・セル・タイプを使用して、複数ビット・データの値変化を示すこともできる。例えばセル・タイプ1で複数ビット・データに変化がないことを表わし、セル・タイプ2で最下位ビットだけを補数化することを、セル・タイプ3でデータの両ビットを補数化することを、更にセル・タイプ4で最上位ビットだけを補数化することを表わすことができる。

【0032】図1、図2の1セル当たり2ビットの構造では、光記憶媒体の読取り率とデータ密度は2倍大きくなる。

【0033】図1、図2に示した光ディスク構造の特性は、セル深さを変える他にも従来技術と一致している。例えばセル箇所は約0.6ミクロンの大きさであり、セルの中心間距離は約0.9ミクロンである。トラックの間隔は約1.6ミクロンであり、データのトラッキングに従来の標準的なシステムが利用される。

【0034】図3は、図1、図2の構造に従った異なるセル・タイプの干渉パターンを示す。有効反射率0.5の表面について、回折の影響と集束誤差による非効率率は20%と推定される。

【0035】図4は、図1、図2のいずれかの1セル当たり2ビットの実施例の各セル・タイプの有効反射率を、エラー・フリーの複数ビット・デコーディングについて許容できる反射率の最大範囲と共に示す。セル・タイプ1は、有効反射率が約 0.500 ± 0.0625 、セル・タイプ2は約 0.375 ± 0.0625 、セル・タイプ3は約 0.250 ± 0.0625 、セル・タイプ

4は約0.125±0.0625とそれぞれ特徴づけられる。

【0036】本発明の態様に従った方法は、バブルを成長させる段階的アプローチを通して複数ビット・データをWORMディスクにコーディングし、深さが異なるセルを特徴づける。WORMの書き込みレーザは図示していないが、好適には集束レンズの開口数が0.6のレーザ・ダイオード光源である。書き込みレーザは、好適には周知の技術により、記録媒体の特性に応じたレーザ出力の光を生成する。

【0037】図5は、1セル当たり複数のビットのデータをWORMディスクに書き込むプロセスを示す。ステップ1では、標準的な方法でWORMディスクがフォーマットされる。

【0038】ステップ2では、WORMドライブが接続されたコンピュータ上で動作するソフトウェアが、デジタル・データを各種セル・タイプ(1、2、3、及び4)にマッピングする。

【0039】ステップ3では、書き込みレーザ出力が所要出力の1/3にセットされ、1セル当たり1ビットの標準WORMドライブ上に完全なバブル/ビットを形成する。ディスクは1回転させられ、書き込みレーザが適当な回数パルスされ、セル・タイプ2、3、4が1/3のレーザ出力で照射される。

【0040】ステップ4で、書き込みヘッドがセル2、3、4の全てを読み取り、しきい値を超えたセルを識別する。

【0041】ステップ5では、完全なバブル/ビットを形成すべくレーザ出力が所要出力の1/8にセットされて、ステップ4でしきい値を超えると識別された全てのセルが1/8のレーザ出力光で照射される。

【0042】ステップ6では、タイプ3、4の全てのセルが1/3出力のレーザ光で照射される。これらのセルは次に読み取られ、しきい値を超えたタイプ3または4のセルが識別される。

【0043】ステップ8では、4回目の書き込みパスとして、しきい値を超えた識別されたタイプ3または4の全てのセルが再び1/8のレーザ出力で照射される。

【0044】同様の処理がステップ9、10、11で行なわれ、タイプ4のセルが形成される。

【0045】ステップ12に示す通り、ステップ11の後、WORMドライブへのデータの書き込みが完了する。

【0046】バブルとビットを形成する代表的な書き込み出力は9ミリワットのオーダである。通常、入射光の周波数範囲は700ナノメートル乃至900ナノメートルである。従って上述の方法により、0、1/3($\lambda/4$)、2/3($\lambda/4$)、及び $\lambda/4$ のオーダの深さのビットが形成される。これに代えて、図2に示すように、同様の有効反射率レベルのバブルを形成することもできる。

【0047】ビットの場合(図1)、ビットの大きさを慎重に選択することで、ビットの内側から読み取りヘッドの光検出器に反射する光の量を、ビットの外側から光検出器に反射した光の量に可能な限り一致させることができる。 $\lambda/4$ では $d/b=0.6$ である。ここで d はセルの大きさ(記録されたビットの直径)、 b はレーザ・ビームの直径の全長乃至 $1/2$ (最大)である。ビットの大きさが最適化されているとすると、干渉は $\lambda/4$ で最大になり、光検出器に戻る光はなくなる一方、平坦面によって複合構造干渉(superpositional constructive interference)が生じ、光検出器に反射される光が最大になる。図4について説明した通り、大きさが0乃至 $\lambda/4$ のビットは、出力が最大値と最小値の間の光量を返す。

【0048】ディスクは書き込みサイクルの間に9回循環するので、本発明に従ってデータをコーディングする書き込みサイクルは、通常のWORMプロセスよりも遅い。上述の通り、データがディスクに書き込まれる時のパスは6回なので、ビットを形成する全出力の1/3と1/8のレーザ出力が用いられる。それぞれのパスで更にセル構造が更新される。従って、データが正しく読み取られたかを検査する3回の読み取りパスでは合計9パスになる。書き込みパスが6回で、読み取りパスが3回の時、各タイプのセルに2回の書き込みパスと1回の読み取りパスが可能であり、セルは4タイプあって、うち1つが平坦であるから、実際に媒体に記録する必要があるセルは3タイプだけである。6回の書き込みパスを可能にすれば、 $(3 \times n) - 2$ 回のパスの後に正しく形成されないセル(すなわち正しい有効反射率レベルによって特徴づけられなかったセル)は、 $3 \times n$ パスの後に形成する必要がある。読み込みパスはパス $(3 \times n) - 1$ で生じる。

【0049】上記のように、WORMディスクのビットや孔に複数ビット・データをコーディングする方法の変形として、CMOS VLSI回路の形成に用いられるようなマスキング技術を利用して、或いはGaAs MESFET VLSI回路の形成に用いられよう電子ビームによるナノ・リソグラフィを利用して、CD-ROMに複数ビット・データを形成することが考えられる。

【0050】CMOS VLSI設計の場合、周知の通り、素子は層またはアスペクトを0.05ミクロンの精度で最小にして形成される(ポリシリコンの間隔をとるための薄い酸化物の基準等)。同様に電子ビームによるナノ・リソグラフィによって形成された素子のフィーチャ・サイズは、CMOS VLSI用に形成された同様の素子のサイズの約1/10である。本発明の実現には、 $\lambda/4$ のオーダの寸法精度(0.6ミクロン等)が必要なので、適切な寸法のビットが形成可能なことは明らかである。

【0051】図6は、本発明の原理に従って、CD-R

OM、WORM等の光媒体から1セル当たり複数のビットを読み取るプロセスを示す流れ図である。図6について説明する読み取りプロセスは、バブルが形成された光媒体とビットが形成された光媒体の両方に有効である。

【0052】ステップ1で、低出力の読み取りレーザ・ビームが、回転する光ディスクの表面に入射する。上述のように、この表面にはセルが含まれ、各セルの深さの特性により複数ビット・データが表現される。セルはディスクが回転中に、標準的な光学的手法によりトラック状にされる。セルの垂直特性が異なることにより、読み取りヘッドに返る光の量が変化する。

【0053】好適な実施例では、各セルに2ビットのデータがコーディングされる。一般に、光ディスク上のセル・タイプ数は 2^N である。Nは各セル内のビット数である。1セル当たり2ビットの方法では、4タイプのセルが可能である(平坦なセルを含む)。各セル・タイプは読み取りヘッドの光検出器に、所定の許容差範囲内の特定の量の出力を返す。

【0054】ステップ2で、返った光が読み取りヘッドの光検出器によって検出され、しきい値によって、従来のような1ビット・コードではなく2ビット・コードに変換される。このしきい値法はエレクトロニクス分野ではこれまでの標準的な方式である。検出された信号は5ボルトの信号に圧縮される(最大信号強度が5ボルト、最小信号強度が0ボルトで表わされるように)。デコーディングは信号の電圧範囲を決定する手段によって行われる(0ボルト乃至1.25ボルト、1.26ボルト乃至2.5ボルト、2.51ボルト乃至3.75ボルト、3.76ボルト乃至5.0ボルト等)。次に検出された信号に応じた2ビット・コードが割当てられる。

【0055】コードは好適な実施例に従って、表1に示すように、エラー訂正を促進するために、ベースの5ボルトにグレー・コード化される(12ボルトなど適当なベースが使用可能)。

【表1】

電圧	ビット・コード
0.00-1.25	00
1.26-2.50	01
2.51-3.75	11
3.76-5.00	10

【0056】図7は、ピーク時の読出しコントラストと位相ビット深さを示す実験結果である。ここで $d/b=0.6$ 、 $s/b=1.5$ 、 d は記録されたビット直径、 b はビーム直径、 s はセル間距離を示す。

【0057】実験からビットまたはバブルで生じる入射レーザの非集束効果は、しきい値変位が波長の2倍のオーダーでなければ有効反射率に大きな影響は与えないことがわかっている。本発明の場合、ビットやバブルの高さによる変動は常に波長の $1/2$ よりも小さく、よって信号コントラストを劣化させることはない。

【0058】上述のように、本発明の原理は2ビットに限定されるものではない。ビット/バブルの高さ範囲を分けて、複数ビット値をそれに割当てることにより、1セル当たり3、4、5、... ビットが実現可能である。1セル当たりビット数の最大可能値は、許容誤差内の有効反射率の各範囲をサポートする現在の技術の能力に依存する。

【0059】好適な実施例では、1セル当たり複数のビットのコーディングを行なうために、WORMドライブでデータが書込まれるが、CD-ROMのマスタリングでは、より正確なビット形成方法が得られ、このような方法によってCD-ROMドライブに用いられるコーディングされた複数のセルを生成することができる。

【0060】本発明には様々な変更、変形が可能である。例えば図5について述べた書き込みプロセスの変形例として、 $1/8$ の出力のレーザ照射の1パスか2パスをディスク全体が書込まれた後に、 $1/8$ の出力の各書き込みパスの前の1パスに換えることができる。これによりパスは9回から5回または7回に減少する。

【0061】充分な正確さと速度の書き込みサイクル時にレーザ出力が変調されると、セルは照射箇所(すなわちセル)に想定されたデータに従ってセットされる $1/3$ 、 $2/3$ 、 $3/3$ のレーザ出力を使用して1パスで形成される。この後、読み取りと書き込みのサイクルを続けて精度を保つことができる。この変形例に従った場合、可能なパス数を9回から3回または5回に減らすことができる。

【0062】図6で示したビットの読み取りプロセスを考える。ビット深さは、1セル当たり2ビットの好適な実施例について、 0 、 $1/3$ ($\lambda/4$)、 $2/3$ ($\lambda/4$)、 $\lambda/4$ として示した。 $\lambda/4$ より大きい深さの利用も考えられる。例えば 0 、 $\lambda/4+1/3$ ($\lambda/4$)、 $\lambda/4+2/3$ ($\lambda/4$)、及び $\lambda/4$ のビット深さが使用できる。ここで図8を参照されたい。またビットの深さは、好適な実施例で述べたグレー・コード値に限定することはできない。コードをビットの深さや高さに割当てた唯一の条件は、特定のセル・タイプから返った読み取り信号強度が、しきい値動作の後に読み取り器によって認識可能でなければならないということである。従って読み取り器が、出力のしきい値の後に有効反射率を通してそれらを識別できるのであれば、ビット反射率をどのように組合わせてもよい。

【0063】更にまた、WORMドライブに対する本発明の方式の応用は、好適な実施例で述べた物質に限定されるものではなく、DRAW媒体に適した任意の物質、或いは1回でセルを形成する場合に使用できる任意の物質が利用できる。

【0064】本方式はまた、ダイ・ポリマや位相変化媒体にも応用できる。例えばダイ・ポリマ・ディスクには、書き込みと消去のレーザ光を照射時間を変化させて照

13

射することで、有効反射率の中間レベルをつくることができる。同様に再書き込み可能な位相変化ディスクには、熱エネルギーのレベルを変化させて加えることで、有効反射率の中間レベルによって特徴づけられる中間状態（すなわち非晶質と結晶質の間の状態）をつくることができる。

【0065】

【発明の効果】 上述のように、本発明に従ったシステムは、光記憶装置にデータ・セルを作成し、各セルが複数のビットの密度によって特徴づけられる。各セルのビット値を上げることによって、データ密度と読取り率の両方がN倍増加する。Nは各セル内のビット数である。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1実施例に従って、4つのセル・タイプを特徴とするビットがコーディングされた光記録媒体の構造を表わす断面図である。

【図2】 本発明の好適な実施例に従って、高さが異なるパルスがコーディングされた光記憶装置の断面図である。

【図3】 図1、図2のセルの干渉パターンを示す図であ

る。

【図4】 図1、図2の構造に示した4つのセル・タイプの有効反射率の範囲を示す図である。

【図5】 本発明の好適な実施例に従って、1セル当たり複数のビットのデータの情報を光ディスクに書き込むステップを示す流れ図である。

【図6】 本発明の好適な実施例に従って、1セル当たり複数のビットのデータを光ディスクから読取るプロセスのステップを示す流れ図である。

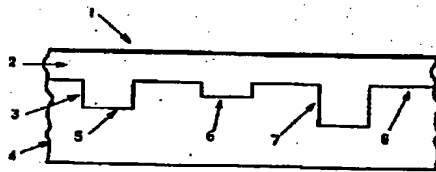
10 【図7】 図1、図2に示した4つのセル・タイプについてピーク時の読出しのコントラストと位相ビット深さを示す図である。

【図8】 ビットが $\lambda/4$ よりも深い異なるセル・タイプについて干渉パターンを示す図である。

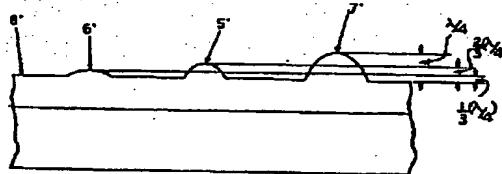
【符号の説明】

- 1 ラベル
- 2 保護層
- 3 信号記録面
- 4 プラスチック・ポリカーボネート

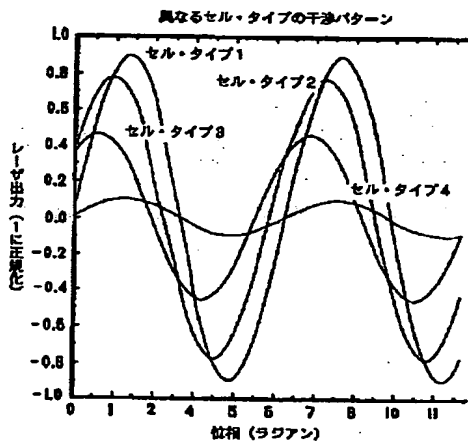
【図1】



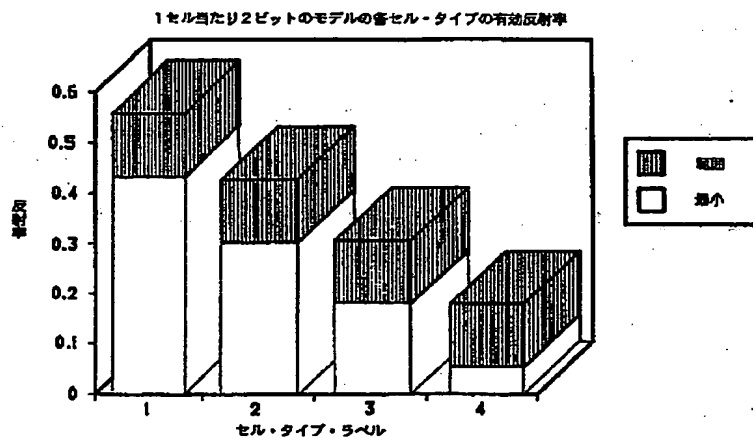
【図2】



【図3】

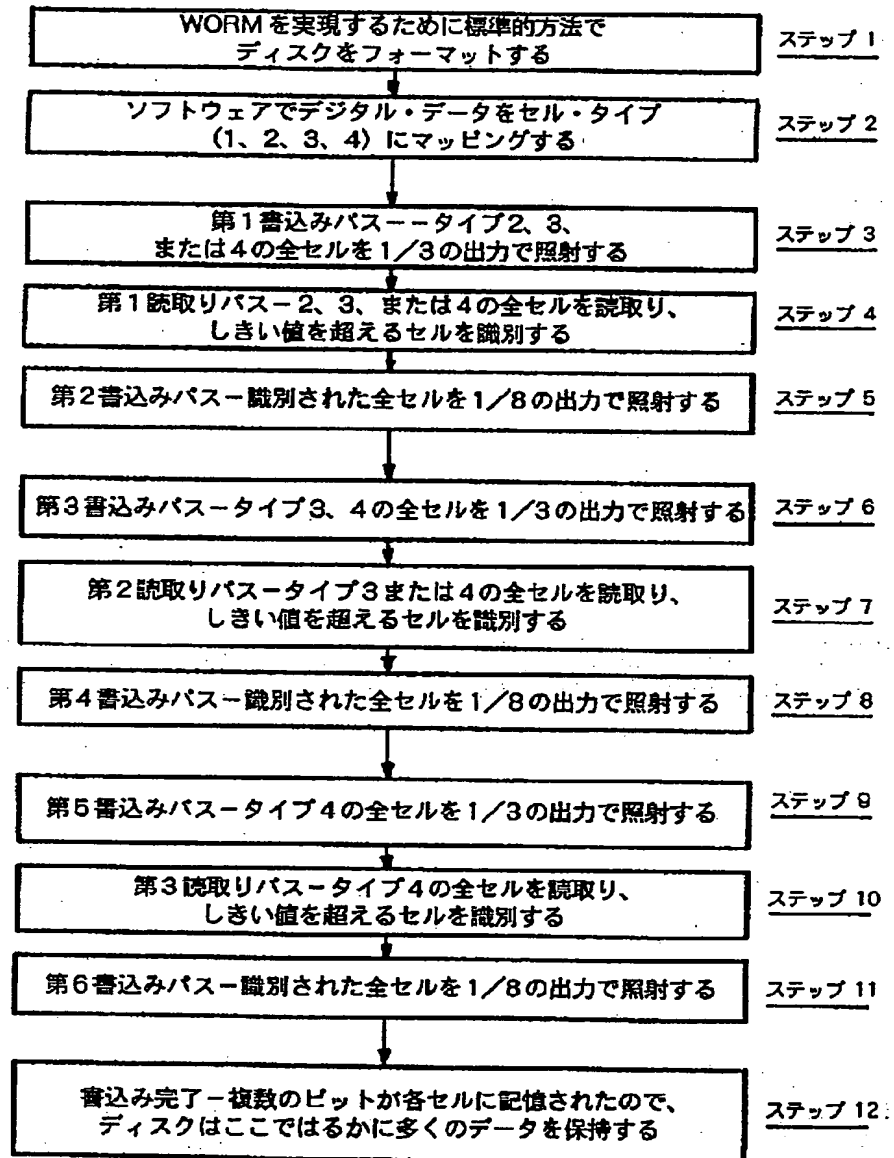


【図4】

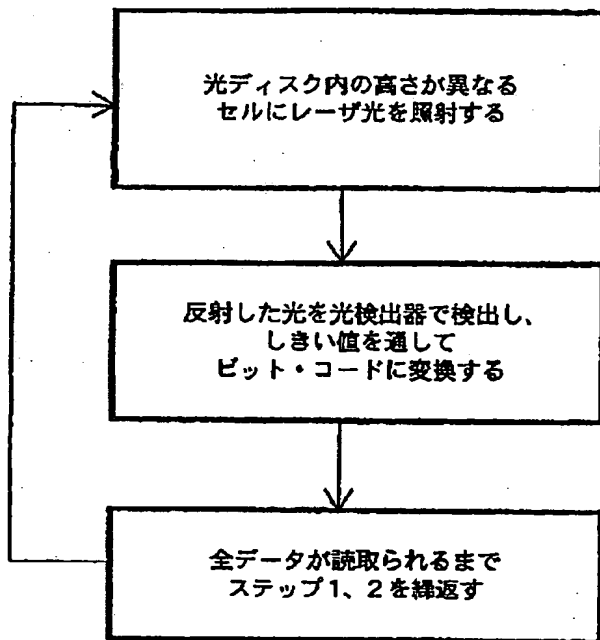


【図5】

1セル当たり複数のビットの情報の書き込みの流れ図



【図6】

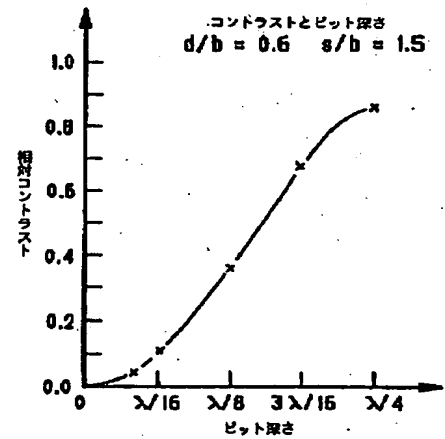


【図7】

ステップ1

ステップ2

ステップ3



【図8】

